

F1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-318516

(43) 公開日 平成6年(1994)11月15日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01F 10/14				
G11B 5/147		7303-5D		
5/23		K 7303-5D		
H01F 10/30				
41/20				

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-105520

(22) 出願日 平成5年(1993)5月6日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大路 浩

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社材料デバイス研究所内

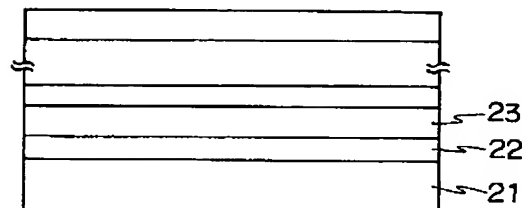
(74) 代理人 弁理士 高田 守

(54) 【発明の名称】 軟磁性多層膜およびこれを用いた磁気ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 成膜直後から優れた軟磁気特性を有し、かつ、高温熱処理を施した後も高い初透磁率を維持することができる軟磁性多層膜をうる。

【構成】 Ni-Fe合金またはNi-Fe合金を主成分とする合金からなる下地膜とFeまたはFeを主成分とする合金からなる主磁性膜とが基板上に交互に積層された繰返しによる周期構造を有する軟磁性多層膜であって、主磁性膜の1層当たりの膜厚が500nm以下であり、下地膜の1層当たりの膜厚が20nm以下であり、下地膜の1層当たりの膜厚に対する主磁性膜の1層当たりの膜厚の比が1以上であることを特徴とする軟磁性多層膜。



21 基板  
22 下地膜  
23 主磁性膜

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金または $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金を主成分とする合金からなる下地膜と $\text{Fe}$ または $\text{Fe}$ を主成分とする合金からなる主磁性膜とが基板上に交互に積層された繰り返しによる周期構造を有する軟磁性多層膜であって、主磁性膜の1層当たりの膜厚が $500\text{nm}$ 以下であり、下地膜の1層当たりの膜厚が $20\text{nm}$ 以下であり、下地膜の1層当たりの膜厚に対する主磁性膜の1層当たりの膜厚の比が1以上であることを特徴とする軟磁性多層膜。

【請求項2】 軟磁性多層膜の表面に $\text{SiO}_2$ または他の非金属が成膜されてなる請求項1記載の軟磁性多層膜。

【請求項3】 基板側に $\text{SiO}_2$ または他の非金属が成膜されてなる請求項1または2記載の軟磁性多層膜。

【請求項4】  $\text{SiO}_2$ または他の非金属が成膜される前の基板の表面粗さが $0.5\mu\text{m}$ 以下である請求項1、2または3記載の軟磁性多層膜。

【請求項5】 下地膜と主磁性膜とが面内1方向に外部磁界が印加された状態で成膜されてなる請求項1、2、3または4記載の軟磁性多層膜。

【請求項6】 下地膜と主磁性膜とが基板を $50^\circ\text{C}$ 以上に加熱しながら成膜されてなる請求項1、2、3、4または5記載の軟磁性多層膜。

【請求項7】 基板上に、 $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金または $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金を主成分とする合金からなる下地膜と $\text{Fe}$ または $\text{Fe}$ を主成分とする合金からなる主磁性膜とを交互に物理的蒸着法または化学的蒸着法により積層することを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6記載の軟磁性多層膜の製法。

【請求項8】 磁気記録再生装置において使用される磁気ヘッドであって、請求項1、2、3、4、5または6記載の軟磁性多層膜を磁気回路の少なくとも1部に用いたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項9】 軟磁性多層膜に外部磁界を印加しながら熱処理する工程を経てえられた請求項8記載の磁気ヘッド。

【請求項10】 請求項8または9記載の磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置であって、保磁力が $1500\text{Oe}$ 以上の媒体と組み合わせたことを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は軟磁性多層膜、特にVTRなどの磁気記録再生装置で使用される磁気ヘッドの磁極に用いられる軟磁性多層膜およびこれを用いた磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気記録の分野において記録密度は年々向上し、これにともない高保磁力媒体に充分な書き込み

が行なえる高飽和磁束密度を有する軟磁性材料が強く望まれている。すなわち、磁気ディスクを始めとしてフロッピーディスク装置、磁気テープ装置などの磁気記録再生装置の磁気記録の高密度化のためには、磁気記録媒体の保磁力( $H_c$ )を大きくすることが不可欠である。一方、信号の記録を行なう磁気ヘッドには、このような高保磁力媒体を充分磁化するため、高飽和磁束密度( $B_s$ )を有する材料が必要とされる。また、信号の再生時に磁気記録媒体からの信号磁界を効率よく集束するために、磁気ヘッド材料は良好な軟磁気特性を合わせもつ必要がある。

【0003】図12は、このような要求を満たす多層膜材料としての例えば特開平3-89502号公報に開示された磁性多層膜の構造を示す部分断面図である。図において、従来の磁性多層膜は、基板11と、基板11の上に成膜された $\text{Fe}$ または $\text{Fe}$ を主成分とする強磁性層12と、その強磁性層12上に成膜された $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金または $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金を主成分とする強磁性層13とから構成されている。そして、強磁性層12と強磁性層13とは、それらが交互に積層された繰り返しによる周期構造を有する磁性多層膜を構成している。

【0004】前記のように構成される強磁性層が交互に積層された繰り返しによる周期構造を有する従来の磁性多層膜は、積層周期(1組の層12と層13とを合わせた厚さ)が $5\text{nm}$ 以上 $20\text{nm}$ 以下であり、 $\text{Fe}$ もしくは $\text{Fe}$ を主成分とする強磁性層の1周期に占める割合が40%以上60%以下であることを特徴としている。また、従来の磁性多層膜は、高飽和磁束密度を有する材料を軟磁性化するため、その材料の結晶粒径を微細化することにより、結晶磁気異方性を低下させている。

【0005】このように、従来の軟磁性多層膜は、特定の積層周期、あるいは $\text{Fe}$ 強磁性層と $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金強磁性層の膜厚比を選択することにより優れた軟磁気特性をうるようにしていた。

【0006】図13は、そのような従来の磁性多層膜における磁気特性の積層周期依存性を示す図であり、 $\text{Fe}$ 強磁性層と $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金強磁性層の膜厚比を1:1に固定し、積層周期を変化させた場合の $\text{Fe}/\text{Ni}-\text{Fe}$ 多層膜の保磁力( $H_c$ )と異方性磁界( $H_k$ )の変化を示す図である。

【0007】図14は、耐熱性を向上させる多層膜材料として、例えば第15回日本応用磁気学会学術講演概要集29pB-11に示された図であり、軟磁性多層膜の初透磁率の熱処理温度依存性が示されている。図において、従来の軟磁性多層膜は $\text{Fe}$ を主成分とする主磁性膜の1層当りの膜厚を厚くして、 $\text{Fe}$ を主成分とする主磁性膜と $\text{Ni}-\text{Fe}$ を主成分とする下地膜との比を大きくすることにより拡散による影響を低く抑え耐熱性を向上させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来の高飽和磁束密度を有する軟磁性多層膜は、前述したような特徴をもっているため、軟磁性多層膜において主磁性膜 1 層当りの膜厚を厚くすると結晶粒径が増大し保磁力が大きくなるため、主磁性膜 1 層当りの膜厚を薄くして積層周期を小さくしなくてはならない。たとえば、磁気ヘッド製造プロセスに含まれる高温熱処理（500℃以上）であるガラスモールドを行なうと結晶粒径が増大し磁気特性が劣化するので積層周期を小さくすべきであるが、そうすると層間での相互拡散などにより磁気特性の劣化が起こるという問題があった。

【0009】また、耐熱性を向上させるために Fe を主成分とする主磁性膜の 1 層当りの膜厚を厚くし、かつ Ni-Fe を主成分とする下地膜との比を大きくすることにより 500℃1 時間程度の熱処理に対しては初透磁率が改善されているが、温度、時間ともにさらに過酷な条件となると、Fe を主成分とする膜厚が厚いため粒径の成長が容易に起こり軟磁気特性が劣化するという問題があった。

【0010】本発明は前記問題点を鑑みなされたものであり、その第 1 の目的は、成膜直後から優れた軟磁気特性を有する軟磁性多層膜をうることにあり、また第 2 の目的は、高温熱処理を施しても充分高い初透磁率を維持することができる軟磁性多層膜をうることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は Ni-Fe 合金または Ni-Fe 合金を主成分とする合金からなる下地膜と Fe または Fe を主成分とする合金からなる主磁性膜とが基板上に交互に積層された繰返しによる周期構造を有する軟磁性多層膜であって、主磁性膜の 1 層当たりの膜厚が 500nm 以下であり、下地膜の 1 層当たりの膜厚が 20nm 以下であり、下地膜の 1 層当たりの膜厚に対する主磁性膜の 1 層当たりの膜厚の比が 1 以上であることを特徴とする。

【0012】本発明の周期構造を有する軟磁性多層膜は、Ni-Fe 合金または Ni-Fe 合金を主成分とする合金からなる下地膜と Fe または Fe を主成分とする合金からなる主磁性膜とをスパッタリング法などの物理的蒸着法または CVD 法などの化学的蒸着法により基板上に交互に積層することによって製造できる。

【0013】本発明は、さらに磁気記録再生装置において使用され、前記軟磁性多層膜を磁気回路の少なくとも一部に用いてなる磁気ヘッドに関する。

【0014】本発明は、また前記磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置であって、保磁力が 1500Oe 以上の磁気記録媒体と組み合わせる磁気記録再生装置に関する。

【0015】

【作用】本発明の軟磁性多層膜において、表面に SiO<sub>2</sub> または他の非金属を成膜することにより応力や粒径の

制御および表面の防食を行ない、基板側に SiO<sub>2</sub> または他の非金属を成膜することにより基板のその制御や表面状態を良好にし、また、SiO<sub>2</sub> または他の非金属が成膜される前の基板の表面粗さを 0.5μm 以下とすることにより本発明の軟磁性多層膜の結晶性を向上させるので、軟磁気特性が向上する。

【0016】また、下地膜と主磁性膜とを、面内 1 方向に適当な外部磁界が印加された状態で成膜することにより異方性磁界が適当な値に制御され軟磁気特性が向上する。

【0017】また、たとえばアルミナチタンカーバイドなどの基板のばあい、下地膜と主磁性膜とを基板を 50℃以上に加熱しながら成膜することにより、軟磁性多層膜の結晶性が向上するとともに、成膜後急冷されることがないため熱歪による内部応力の低減が可能となる。

【0018】本発明の軟磁性多層膜において、特に主磁性膜と下地膜との膜厚の比を大きく、たとえば 30 以上にし、主磁性膜の 1 層当たりの膜厚を小さくすると、高温熱処理を含む磁気ヘッドの製造プロセスに供しても、層間の相互拡散による悪影響を低く抑えることができ、さらに熱処理による粒径の増大も低く抑えることができ、また高い初透磁率を維持することができる。

【0019】本発明の磁気ヘッドによれば、従来、書き込みが不可能であった高保磁力媒体に容易に書き込みを行なうことができる。

【0020】また、前記軟磁性多層膜に外部磁界を印加しながら熱処理する工程を経てえられた磁気ヘッドは、軟磁性多層膜の異方性磁界が適当な値に制御されて再生出力が向上している。

【0021】本発明の磁気記録再生装置は、前記磁気ヘッドを保磁力が 1500Oe 以上の磁気記録媒体と組み合わせることにより、従来より記録密度が一層向上し、かつ再生出力が増大する。

【0022】本発明の軟磁性多層膜において、主磁性膜は Fe または Fe を主成分とする合金からなる。Fe と合金を形成する金属としては、Si、C、Ni、Co、Ti、V、Zr、Ta、Hf、Cr、Ru、Nb、Mo、W など、特に Si、C、Ni、Co があげられ、Co は 50 重量%以下、それ以外の金属は 30 重量%以下含まれる。なお、前記以外の金属を微量含んでいてもよい。

【0023】下地膜は Ni-Fe 合金（Ni と Fe の重量比：40/60～90/10）または該 Ni-Fe 合金を主成分とする合金からなる。加える他の金属としては下地膜の性質を損わない金属であればよく、たとえば Fe 合金と同様なものが使用できる。

【0024】主磁性膜の厚さは 500nm 以下である。500nm より厚いと、結晶性の低下や粒径の増大などが起こる傾向がある。好ましくは 300nm 以下、より好ましくは 100nm 以下である。

【0025】下地層の厚さは20nm以下である。20nmより厚いと本来の目的である飽和磁束密度に良い影響を与えず、特に後熱処理が施されるときは熱拡散が生じ、さらに軟磁気特性を低下させる傾向がある。好ましくは10nm以下、より好ましくは5nm以下である。

【0026】軟磁性多層膜は、下地膜と主磁性膜とが基板上に交互に積層された繰り返しによる周期構造を有する。この繰り返しは1回以上であり、用途によるが、通常、3～240回程度である。

【0027】下地膜の1層当たりの膜厚に対する主磁性膜の1層当たりの膜厚比は小さい方が好ましく(図2参照)、1以上、好ましくは5以上、特に好ましくは15以上である。1未満になると本来の目的とする高飽和磁束密度がえられない。また、高温熱処理が後処理として施されるばあい、たとえばガラスモールド工程を含む磁気ヘッドを製造するばあい、熱処理による相互拡散のため軟磁気特性が低下するが、膜厚比を特に30以上とするときは、そうした特性の低下が極めて小さくなる(図3参照)。

【0028】 $\text{SiO}_2$ または他の非金属が、軟磁性多層膜の表面、基板側および/または中間あたりに成膜されていてもよい。他の非金属としては、たとえば $\text{Ta}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、窒化ケイ素などがあげられる。成膜の厚さは0.5 $\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0029】基板は、たとえば $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、アルミナチタンカーバイド、ガラス、結晶化ガラスなどからなる。

【0030】本発明の軟磁性多層膜は、たとえば、つぎのようにして作製される。まず、必要に応じて基板の表面粗さをラップ盤を用いた研磨を施すことにより0.5 $\mu\text{m}$ 以下にする。好ましい表面粗さは0.02 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは0.003 $\mu\text{m}$ 以下である。その上に、要すれば $\text{SiO}_2$ をスパッタリング法やCVD法などの物理的または化学的蒸着法により成膜する。次に、基板を50℃以上、好ましくは100℃以上、より好ましくは100～200℃に加熱しながら、 $\text{SiO}_2$ 膜の上に、蒸着法により、 $\text{Ni-Fe}$ 合金からなる下地膜を成膜し、その上に $\text{Fe}$ からなる主磁性膜を成膜する。この下地膜と主磁性膜との交互の成膜を繰り返して周期構造を形成する。成膜の際に、要すれば磁石を用いて、下地膜または主磁性膜の面内の1方向に約30～3000Oeの外部磁界を印加する。適当な厚さの多層膜がえられたのち、その表面にさらに $\text{SiO}_2$ を成膜してもよい。

【0031】磁気ヘッドは常法により、巻線窓、ギャップなどを設け、接合したのち、所定の形状に切り出すことによってえられる。軟磁性膜を用いて磁気ヘッドを作製するばあい、高温熱処理を行なうガラスモールド工程を含む製法とエッチング工程などで作製する方法がある。本発明の軟磁性多層膜は両方法に使用できるが、前

者のばあい、従来の軟磁性膜では熱処理により特性の低下が生ずることは前記のとおりである。しかし、本発明の軟磁性多層膜、特に膜厚比が30以上の多層膜を用いるときは、500℃を超える熱処理を施しても高い初透磁率が維持される。なお、熱処理時に30～3000Oe程度の外部磁界を印加するのが好ましい。さらにこの磁気ヘッドを、たとえばVTRのばあいでは、回転ドラムに搭載し、テープの走行系、記録・再生用の電気回路などを組み込み、保磁力が1500Oe以上の磁気記録媒体と組み合わせて磁気記録再生装置をうる。この磁気記録媒体の保磁力は好ましくは2000～4000Oeである。

【0032】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図に基づいて説明する。

【0033】[実施例1] 図1は本実施例に係わる軟磁性多層膜の部分断面構造である。

【0034】図1において、本実施例の軟磁性多層膜は、 $\text{CaTiO}_3$ 基板21と基板21の上に成膜された $\text{Ni-Fe}$ 合金または $\text{Ni-Fe}$ 合金を主成分とする下地膜22と、該下地膜22上に成膜された $\text{Fe}$ または $\text{Fe}$ を主成分とする合金からなる主磁性膜23とから構成されている。

【0035】図1に示す合金主磁性膜23と下地膜22は、それらが交互に積層された繰り返しによる周期構造を有する多層膜を構成し、この周期積層は少なくとも1回以上繰り返され、スパッタリングで図に示すような周期構造を有する軟磁性多層膜となる。また、本実施例の軟磁性多層膜は、 $\text{Fe}$ または $\text{Fe}$ を主成分とする合金主磁性膜23の膜厚が500nm以下であり、 $\text{Ni-Fe}$ 合金または $\text{Ni-Fe}$ 合金を主成分とする下地膜22の膜厚が20nm以下であり、さらに両者の比が1以上であることを特徴としている。

【0036】図2は、軟磁性多層膜の初透磁率とX線回折強度比( $(110)/(211)$ )の $\text{Fe-Ni}$ 合金主磁性膜膜厚依存性を表わす図である。図2において、測定対象となった軟磁性多層膜はガラス基板に水冷下に $\text{Ni-19.1重量}\%\text{Fe}$ 合金下地膜と $\text{Fe-6重量}\%\text{Ni}$ 合金主磁性膜をスパッタリングにより成膜した軟磁性多層膜である。縦軸は初透磁率と主磁性膜のX線回折強度比を、横軸は主磁性膜の膜厚を示している。また、測定対象となった軟磁性多層膜は、10nmの下地膜と図に示した主磁性膜の膜厚で積層膜を構成し、積層周期を少なくとも4回以上繰り返すことにより総膜厚約3 $\mu\text{m}$ としたものである。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、試料の面内1方向に700Oeの外部磁界を印加している。

【0037】図2から明らかなように、初透磁率とX線回折強度比の間には非常に良い相関関係がみられる。このことから、高初透磁率実現に関して主磁性膜の結晶配

向性が重要な要素であることがわかる。また、主磁性膜の膜厚が薄いほど、すなわち膜厚比が小さいほど初透磁率が高く軟磁気特性に優れていることがわかる。

【0038】図3は、軟磁性多層膜の熱処理後の初透磁率の主磁性膜厚／下地膜厚の比の依存性を表わす図である。図3において測定対象となった軟磁性多層膜はCaTiO<sub>3</sub>基板に水冷下にNi-19.1重量%Fe合金下地膜とFe-9重量%Si合金主磁性膜をスパッタリングにより成膜・積層した軟磁性多層膜である。縦軸は初透磁率を、横軸は主磁性膜と下地膜の膜厚比を示している。また、測定対象となった軟磁性多層膜は下地膜厚を3nmに固定し、主磁性膜の膜厚を変えることによって膜厚比を変化させており、積層周期を少なくとも12回以上繰り返すことにより総膜厚約6μmとしている。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、試料の面内一方向に外部磁界(700e)を印加している。さらに熱処理は窒素雰囲気中において520℃で2時間保持することにより行なっている。

【0039】図3から明らかなように、膜厚比が小さくなるに従って初透磁率が向上しているが、膜厚比が30未満になると初透磁率が著しく劣化している。これは膜厚比が小さくなると、熱処理により下地膜と主磁性膜の間に拡散がおこり、前述した主磁性膜の結晶配向性が乱されたからである。また、膜厚比30以上の領域において膜厚比が小さいほど熱処理後の初透磁率が高いのは、主磁性膜一層当りの膜厚が薄いほど結晶粒の成長が抑えられているためである。すなわち、軟磁性多層膜におい

て、磁気ヘッド製造プロセスに含まれるガラスモールド工程などの熱処理を施した後も優れた軟磁気特性を保持するためには、主磁性膜と下地膜の膜厚比を30以上とし、かつ、主磁性膜の膜厚が薄いことが必要である。

【0040】しかし、熱履歴が与えられない用途、あるいはエッチング法などを用いて作製される磁気ヘッドにおいては、図2に示すように膜厚比が1以上で優れた軟磁気特性がえられる。

【0041】〔実施例2〕表1に前記実施例1で示した軟磁性多層膜の最上表面にスパッタリングによりSiO<sub>2</sub>を成膜した軟磁性多層膜と、最上面SiO<sub>2</sub>を施していない軟磁性多層膜の初透磁率を示している。表1において、測定対象となった軟磁性多層膜は、CaTiO<sub>3</sub>基板に水冷下にNi-19.1重量%Fe合金下地膜とFe-9重量%Si合金主磁性膜をスパッタリングにより成膜・積層した軟磁性多層膜である。また測定対象となった2種の軟磁性多層膜は、3nmの下地膜と300nmの主磁性膜、3nmの下地膜と200nmの主磁性膜の2種の試料において積層周期を少なくとも5回以上繰り返すことによりいずれも総膜厚約1.6μmとしており、多層膜表面に成膜したSiO<sub>2</sub>の膜厚は10nmとしている。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、試料の面内1方向に外部磁界(700e)を印加している。

【0042】

【表1】

	主磁性膜厚 (nm) / 下地膜厚 (nm)	
	300 / 3	200 / 3
表面 SiO <sub>2</sub> 無し	1664	3894
表面 SiO <sub>2</sub> 有り	3527	5320

表1から明らかなように、いずれの主磁性膜の膜厚試料においても、多層膜の最上面にSiO<sub>2</sub>を成膜することにより高い初透磁率がえられており、軟磁性多層膜の軟磁気特性が向上している。

【0043】〔実施例3〕図4は、多層膜と基板の間のSiO<sub>2</sub>膜の厚さに対する初透磁率の依存性を表わす図である。図4において、測定対象となった軟磁性多層膜は、実施例2と同様の方法によりNi-19.1重量%Fe合金下地膜とFe-9重量%Ni合金主磁性膜を積層した軟磁性多層膜である。縦軸は初透磁率、横軸はSiO<sub>2</sub>膜厚を示している。また、測定対象となった軟磁性多層膜は、3nmの下地膜と、300nmの主磁性膜で、積層周期を5回繰り返すことにより、総膜厚約1.5μmとしている。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、試料の面内1方向に外部磁界(700e)を

印加している。

【0044】図4から明らかなように、多層膜の初透磁率はSiO<sub>2</sub>の膜厚が厚くなるに従って、高くなっており、基板と軟磁性多層膜の間のSiO<sub>2</sub>が軟磁気特性向上に対して重要であることがわかる。

【0045】〔実施例4〕表2は、本実施例の軟磁性多層膜の初透磁率とCaTiO<sub>3</sub>基板の表面粗さ依存性を表わした表である。表2において、測定対象となった軟磁性多層膜は、実施例2と同様の方法によりNi-19.1重量%Fe合金下地膜とFe-9重量%Si合金主磁性膜を積層した軟磁性多層膜である。また、軟磁性多層膜は3nmの下地膜と300nmの主磁性膜で、積層周期を5回繰り返すことにより、総膜厚約1.5μmとしている。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、試料の面内1方向に外部磁界(700e)を印加してい

る。

【 0 0 4 6 】

【 表 2 】

表面粗さ ( n m )	初透磁率
3	3 5 2 7
2 0	1 6 8 3
5 0 0	4 8 7
1 0 0 0	4 4 2

表 2 から明らかなように、基板の表面状態が軟磁性多層

基 板	基板温度	初透磁率
アルミナチタン カーバイド	水冷	1 0 0 0
アルミナチタン カーバイド	1 0 0 ° C	5 3 0 0

表 3 より明らかなように、軟磁性多層膜の初透磁率は基板加熱を行なうことにより初透磁率が大きく向上しており、軟磁性多層膜成膜中の基板加熱が軟磁気特性向上に非常に有効な手段であることがわかる。

【 0 0 4 9 】 【 実施例 6 】 表 4 は、本実施例の軟磁性多層膜の磁界中熱処理後の初透磁率を表わした表である。表 4 において、測定対象となった軟磁性多層膜は、実施 30 例 2 と同様の方法により N i - 1 9 . 1 重量 % F e 合金下地膜と F e - 9 重量 % S i 合金主磁性膜を積層した軟

膜の磁気特性に大きな影響を与えていることがわかる。より高い初透磁率をうるためには表面粗さを 0 . 5 μ m 以下にする必要があることがわかる。

【 0 0 4 7 】 【 実施例 5 】 表 3 は、本実施例の軟磁性多層膜の初透磁率の基板 ( アルミナチタンカーバイド ) 温度依存性を表わした表である。表 3 において、測定対象となった軟磁性多層膜は、基板温度以外は実施例 2 と同様の方法により N i - 1 9 . 1 重量 % F e 合金下地膜と F e - 9 重量 % S i 合金主磁性膜を積層した軟磁性多層 10 膜である。また、軟磁性多層膜は 1 0 n m の下地膜と 2 0 0 n m の主磁性膜で、積層周期を 8 回繰り返すことにより、総膜厚約 1 . 6 μ m としている。

【 0 0 4 8 】

【 表 3 】

磁性多層膜である。また、軟磁性多層膜は 3 n m の下地膜と 2 0 0 n m の主磁性膜で、積層周期を 3 0 回繰り返すことにより、総膜厚約 6 μ m としている。表 4 には窒素雰囲気中において 5 2 0 ° C で 2 時間保持したのちの初透磁率、さらにその後、真空中において 8 0 0 e の直流磁界を印加しながら 5 0 0 ° C で 3 0 分間保持したのちの初透磁率を示している。

【 0 0 5 0 】

【 表 4 】

	磁界中熱処理前	磁界中熱処理後
初透磁率	1 1 8 2	1 4 4 6

表 4 から明らかなように、磁界中熱処理することにより初透磁率は向上しているのがわかり、磁気ヘッド製造工程に磁界中熱処理を含めることはヘッド特性向上に対して有効な手段であることがわかる。

【 0 0 5 1 】 【 実施例 7 】 図 5 は本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの斜視図である。図において、本実施例の磁気ヘッドは、動作ギャップ 3 1 と、軟磁性多層膜 3 2 と磁気コア半体対 3 3 と、接合ガラス 3 4 と、コイル巻線窓 3 5 とから構成されている。

【 0 0 5 2 】 上記の通り構成される本実施例の磁気ヘッドの製造方法について、磁気ヘッドの製造過程を示す図 6 ~ 1 1 を用いて説明する。

【 0 0 5 3 】 まず、図 6 において、磁気テープ流入側のフェライトブロック半体 3 8 に対して、リヤギャップ接合用のガラス溝 3 9 と、トラック幅を規制する狭トラック溝 4 0 を回転ホイールにより切削加工する。また、磁気テープ流出側のフェライトブロック半体 4 1 に対して、前記図 1 に示すものと同様の軟磁性多層膜 3 2 を前述の製造方法により被着させるための多層膜溝 4 2 を回転ホイールにより切削加工する。この多層膜溝 4 2 は、軟磁性多層膜 3 2 とフェライトブロック半体 4 1 の界面を動作ギャップ 3 1 に非平行にするための溝である。

【 0 0 5 4 】 次に、前記のように切削加工したフェライトブロック半体 4 1 の多層膜溝 4 2 の上に、中間層とし

て  $\text{SiO}_2$  膜を薄膜形成し、さらにこの上から軟磁性多層膜 3 2 を成膜する。これを図 7 に示す。

【0055】次の、そのフェライトブロック半体 4 1 に対して、フェライトブロック半体 3 8 に切削加工した狭トラック溝 4 0 と同じピッチで、狭トラック溝加工を施して狭トラック溝 4 0 を形成する。その後、フェライトブロック半体 4 1 の側面の軟磁性多層膜 3 2 を除去する加工を行ない、リアギャップ接合用のガラス溝 3 9 を形成する切削加工を行なう。その状態のフェライトブロック半体 4 1 を図 8 の拡大図に示す。

【0056】次に、フェライトブロック半体 3 8 およびフェライトブロック半体 4 1 のリアギャップ接合用のガラス溝 3 9、狭トラック溝 4 0 に接合ガラス 3 4 をガラスモールドし、フェライトブロック半体 3 8 にコイル巻回線窓となる溝 4 3 を回転ホイールにより切削加工したのち、ギャップ対接面 4 4 を精度よく研磨する。この状態のフェライトブロックを図 9 に示す。

【0057】次に、このギャップ対接面 4 4 をよく研磨したフェライトブロック半体 3 8、4 1 のそれぞれのギャップ対接面 4 4 に、ギャップ材となる  $\text{SiO}_2$  膜の所定の厚さに薄膜形成したのち、各々を突き合わせる。そして、この突き合わされたフェライトブロック半体 3 8、4 1 を所定の温度で接合する。接合は接合ガラス 3 4 の軟化、接着による。この接合されたフェライトブロック半体対の状態を図 10 に示す。

【0058】最後に、前述のように接合されたフェライトブロック半体対を、図 11 における二点鎖線で示すように、所定のアジマス角をつけて切断する。この切断されたフェライトブロック半体対部分が、それぞれ図 5 に示したような磁気ヘッドコアである。このようにして本実施例の磁気ヘッドがえられる。この磁気ヘッドでは高飽和磁束密度を有する軟磁性多層膜を磁気回路の一部に使用しているため、従来、書き込みが困難であった高保磁力媒体（15000e 以上）にも容易に十分な書き込みが行なえ、従来よりも高記録密度が実現できる。さらに、本発明の軟磁性多層膜は軟磁気特性にも優れているため再生出力も向上する。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の軟磁性多層膜によれば、主磁性膜の粒径の成長を抑えて結晶性を向上させることにより良好な軟磁気特性をえようとしているので、高飽和磁束密度と高初透磁率を合わせ持った軟磁性多層膜をうることができるという効果がある。

【0060】また、主磁性膜の結晶を微細化し結晶性を高めることにより良好な軟磁性多層膜をえているので、主磁性膜厚と下地膜厚の比を大きくすることにより熱処理時の拡散の影響を低く抑えることができるという効果がある。

【0061】さらに、本発明の軟磁性多層膜によれば、基板と多層膜の間、また多層膜の最表面に  $\text{SiO}_2$  など

の非金属を成膜することにより、初透磁率が大きく向上するという効果がある。

【0062】また、基板の表面粗さを  $0.5 \mu\text{m}$  以下にすることにより、高初透磁率がえられるという効果がある。

【0063】さらに、本発明の軟磁性多層膜によれば、成膜中の基板を加熱することにより、高初透磁率がえられるという効果がある。

【0064】さらに、本発明の軟磁性多層膜の成膜中に外部磁界を印加する、また本発明の軟磁性多層膜の一部に用いた磁気ヘッドの製造プロセス中に磁界中熱処理を加えることにより初透磁率が向上するという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施例に係わる軟磁性多層膜の部分断面構造図である。

【図 2】軟磁性多層膜の初透磁率と X 線回折強度比の  $F_e - \text{Ni}$  合金主磁性膜厚依存性を示す図である。

【図 3】本実施例の軟磁性多層膜の熱処理後の膜厚比を変えればあいの初透磁率を示す図である。

【図 4】本実施例の軟磁性多層膜の初透磁率の下地膜—基板間  $\text{SiO}_2$  膜厚依存性を示す図である。

【図 5】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの斜視図である。

【図 6】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図 7】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図 8】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図 9】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図 10】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図 11】本実施例の軟磁性多層膜を適用した磁気ヘッドの製造過程を示す図である。

【図 12】従来の磁性多層膜の部分断面構造図である。

【図 13】従来の磁性多層膜における磁気特性の積層周期依存性を示す図である。

【図 14】従来の磁性多層膜における磁気特性の熱安定性を示す図である。

【符号の説明】

11、21 基板

12、13 強磁性層

22 下地膜

23 主磁性膜

31 動作ギャップ

32 軟磁性多層膜

33 磁気コア半体対

34 接合ガラス

13

14

35 コイル巻回線窓

38 磁気テープ流入側のフェライトブロック半体

39 リアギャップ接合用のガラス溝

40 狭トラック溝

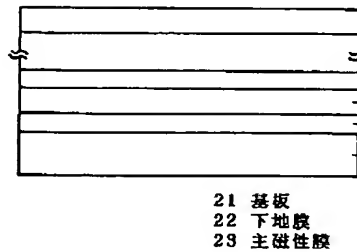
41 磁気テープ流出側のフェライトブロック半体

42 多層膜溝

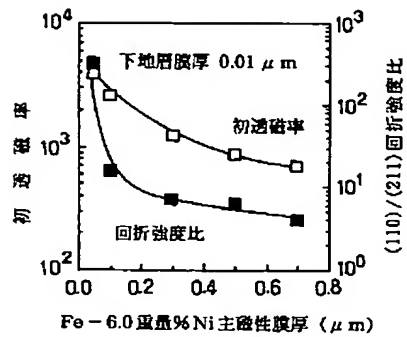
43 コイル巻回線窓となる溝

44 ギャップ対接面

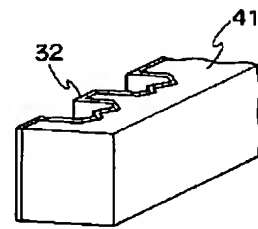
【図1】



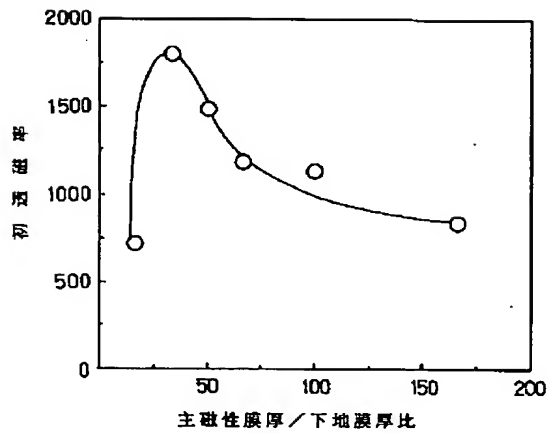
【図2】



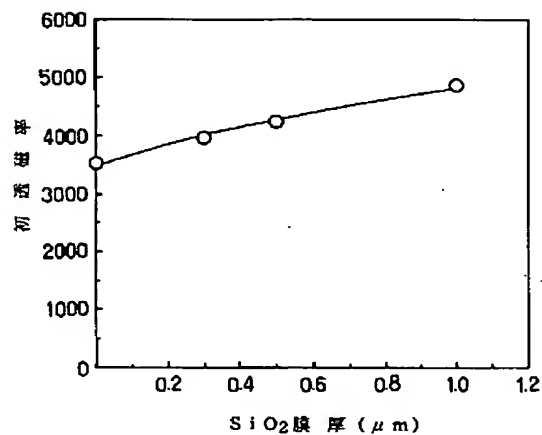
【図7】



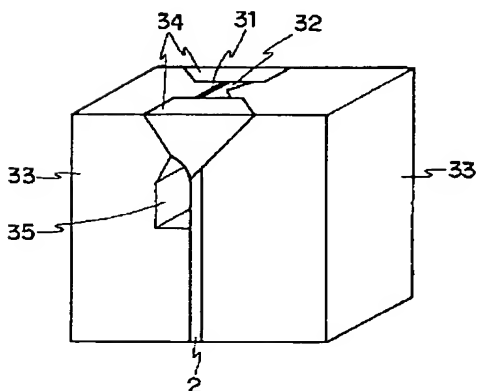
【図3】



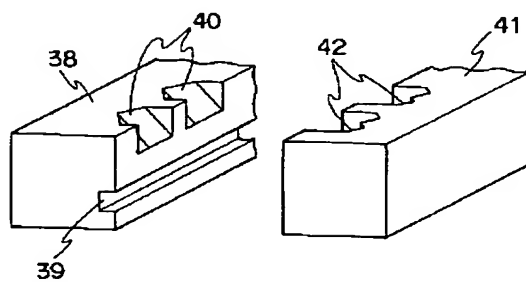
【図4】



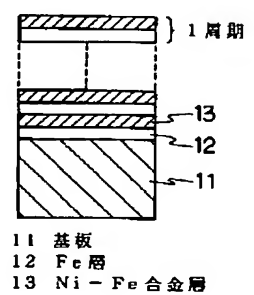
【図5】



【図6】

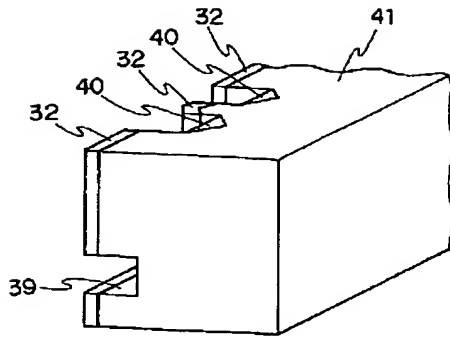


【図12】

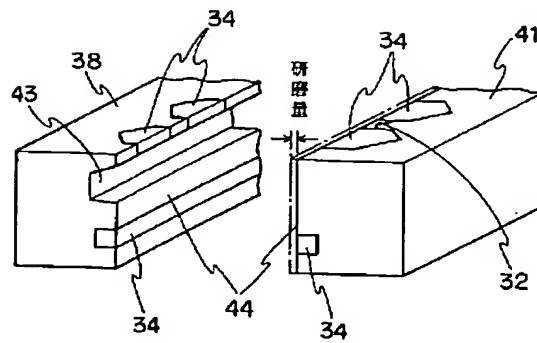




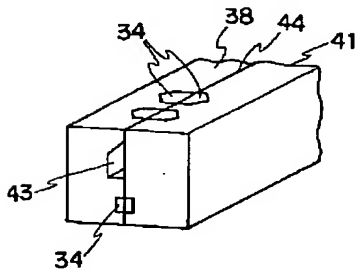
【図8】



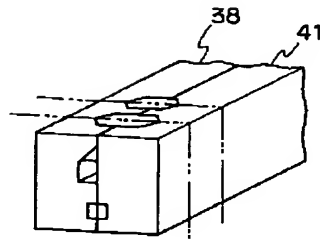
【図9】



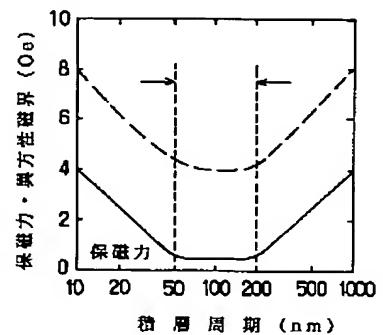
【図10】



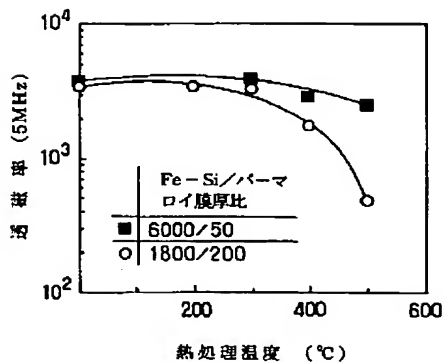
【図11】



【図13】



【図14】



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年2月15日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正内容】

【0041】〔実施例2〕表1に前記実施例1で示した軟磁性多層膜の最上表面にスパッタリングにより $\text{SiO}_2$ を成膜した軟磁性多層膜と、最上面 $\text{SiO}_2$ を施していない軟磁性多層膜の初透磁率を示している。表1におい

て、測定対象となった軟磁性多層膜は、 $\text{CaTiO}_3$ 基板に水冷下に $\text{Ni}-19.1$ 重量% $\text{Fe}$ 合金下地膜と $\text{Fe}-9$ 重量% $\text{Si}$ 合金主磁性膜をスパッタリングにより成膜・積層した軟磁性多層膜である。また測定対象となった2種の軟磁性多層膜は、 $3\text{nm}$ の下地膜と $300\text{nm}$ の主磁性膜、 $3\text{nm}$ の下地膜と $200\text{nm}$ の主磁性膜の2種の試料において積層周期を少なくとも5回以上繰り返すことによりいずれも総膜厚約 $1.6\mu\text{m}$ としており、多層膜表面に成膜した $\text{SiO}_2$ の膜厚は $100\text{nm}$ としている。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、

試料の面内1方向に外部磁界(700e)を印加している。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】〔実施例3〕図4は、多層膜と基板の間のSiO<sub>2</sub>膜の厚さに対する初透磁率の依存性を表わす図である。図4において、測定対象となった軟磁性多層膜は、実施例2と同様の方法によりNi-19.1重量%Fe合金下地膜とFe-9重量%Si合金主磁性膜を積層した軟磁性多層膜である。縦軸は初透磁率、横軸はSiO<sub>2</sub>膜厚を示している。また、測定対象となった軟磁性多層膜は、3nmの下地膜と、300nmの主磁性膜で、積層周期を5回繰り返すことにより、総膜厚約1.5μmとしている。さらに、この軟磁性多層膜の成膜時には、試料の面内1方向に外部磁界(700e)を

印加している。

【手続補正3】

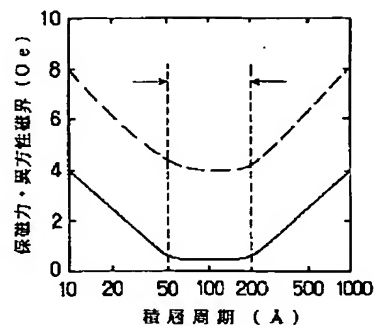
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図13

【補正方法】変更

【補正内容】

【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

41/22

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

**(54) SOFT MAGNETIC MULTILAYER FILM AND MAGNETIC HEAD USING SAME (57) Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain a soft magnetic multilayer film capable of having an excellent soft magnetic characteristic from immediately after the formation of the film, and keeping its high initial permeability even after high-temperature heat treatment.

**CONSTITUTION:** This soft magnetic multilayer film has periodic structure by the repetition of the alternate lamination, on a board 21, of a base film 22 composed of an Ni-Fe alloy or alloy containing an Ni-Fe alloy as a main component, and a main magnetic film 23 composed of Fe or an alloy containing Fe as a main component. And the thickness of each main magnetic film 23 is 500nm or less, and that of each base film 2 is 20nm or less. And the ratio of the thickness of each main magnetic film 23 to that of each base film 22 is 1 or larger.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO